

(51)

Int. Cl.: B 60 t, 8/02

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



(52)

Deutsche Kl.: 63 c, 53/07

(10)

(11)

Offenlegungsschrift 2131 566

(21)

Aktenzeichen: P 21 31 566.2

(22)

Anmeldetag: 25. Juni 1971

(43)

Offenlegungstag: 10. Februar 1972

Ausstellungspriorität: —

(50)

Unionspriorität

(52)

Datum: 15. Juli 1970

(53)

Land: V. St. v. Amerika

(51)

Aktenzeichen: 54941

(54)

Bezeichnung: Sich anpassendes Bremssystem für Fahrzeuge mit Rädern

(61)

Zusatz zu: —

(62)

Ausscheidung aus: —

(71)

Anmelder: The Bendix Corp., Southfield, Mich. (V. St. A.)

Vertreter gem. § 16 PatG: Brose, K. A., Dipl.-Ing., Patentanwalt, 8023 Pullach

(72)

Als Erfinder benannt: Howard, Donald W.; Hickner, George B.;
South Bend, Ind. (V. St. A.)

(56)

Rechercheantrag gemäß § 28 a PatG ist gestellt

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT-AS 1 260 324

DT-OS 1 909 718

US-PS 3 131 975

US-PS 3 494 671

DT-AS 1 271 559

DT-OS 1 959 198

US-PS 3 362 757

DT-OS 2 109 942 AT 2. 3. 71

DT-OS 1 800 416

(PR 3. 3. 70)

US-PS 3 499 689

FR-OS 2 013 869

DT 2131 566

Patentanwalt
Karl A. Brose
Dipl.-Ing.
D-8023 München - Pullach
Wienerstr. 2, T.Möb. 7933570, 7931782

vI/MU-Paris file: 4616-A München-Pullach, den 22. Juni 1971

THE BENDIX CORPORATION, Executive Offices, Bendix Center,
Southfield, Michigan, 48 075, Michigan, USA

Sich anpassendes Bremssystem für Fahrzeuge mit
Rädern

Die Erfindung betrifft ein sich anpassendes Bremssystem für Automobile bzw. Fahrzeuge mit Rädern und insbesondere eine Steuereinrichtung für ein sich anpassendes Bremssystem, welches stufenweise den Bremsdruck aufbaut und abbaut und zwar den Bremsdruck in dem Radzylinder.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist die Automobilindustrie sehr bemüht Einrichtungen zum Verhindern einer Radblockierung oder Radschlufes für Automobile zu entwickeln. Es gelangten bereits eine grosse Anzahl von unterschiedlichen Verfahren zur Anwendung, um das Schleudern eines Fahrzeuges während der Betätigung einer Fahrzeugbremse durch den Fahrer des Fahrzeuges so weit zu verhindern, dass die Räder des Fahrzeuges nicht blockieren können und das Fahrzeug nicht ins Schleudern geraten kann. Eines dieser bekannten Verfahren, die heutzutage zur Anwendung gelangen, besteht darin, den Bremsdruck dann zu modulieren, wenn eine Schleuder- oder Blockiergefahr droht. Es entstehen jedoch erhebliche Probleme, wenn es sich um einen unterschiedlichen Reibungskoeffizienten, also einen

hohen Reibungskoeffizient und einen niedrigen Reibungskoeffizient zwischen den sich berührenden Flächen handelt, dabei jedoch der Bremsdruck immer in der gleichen Weise verändert bzw. moduliert wird. Wenn der Bremsdruck entsprechend einem hohen Reibungskoeffizienten moduliert wird, so dass man einen minimalen Bremsweg erzielt, so gerät das Fahrzeug beim gleichen Modulationsgrad, jedoch bei einem niedrigen Reibungskoeffizienten ins Schleudern. Werden jedoch die Bremsen bzw. der Bremsdruck eines Fahrzeuges so moduliert, dass das Fahrzeug bei einem niedrigen Reibungskoeffizienten nicht schleudert, dann geht ein grosser Anteil der Bremswirkung bei einem hohen Reibungskoeffizienten der sich berührenden Flächen verloren und der Bremsweg wird bedeutend verlängert. Um nun den Bremsweg sowohl für einen niedrigen Reibungskoeffizienten als auch einen hohen Reibungskoeffizienten klein zu halten oder zu verringern, und um die seitliche Stabilität des Fahrzeuges zu verbessern, ist es wünschenswert einen stufenweisen Bremsdruckaufbau und Bremsdruckabbau bzw. eine Vervielfachungsmöglichkeit für den Bremsdruck und umgekehrt vorzusehen. Dabei soll also ein bestimmter stufenweiser Bremsdruckaufbau bzw. Bremsdruckaufbaufolge und Bremsdruckabbaufolge für einen hohen Reibungskoeffizienten vorgesehen werden und eine andere Bremsdruckaufbaufolge bzw. Bremsdruckabbaufolge für einen niedrigen Reibungskoeffizienten geschaffen werden.

Es ist somit ein Ziel der vorliegenden Erfindung eine Steuereinheit für ein sich anpassendes Bremssystem zu schaffen, welche Bremsdruckaufbaufolgen und Bremsdruckabbaufolgen im Bremszylinder eines Fahrzeugrades vorsehen kann.

Ebenso ist es Ziel der Erfindung eine elektronische Steuereinheit für ein hydraulisches Bremssystem zu schaffen, welches einen Modulator zum Steuern des Druckes in den Bremszy-

lindern eines Fahrzeugrades aufweist, wobei der Modulator einen Steuereingang und Steuerausgang aufweist.

Auch ist es Aufgabe der Erfindung eine logische Schaltung in Form einer Steuereinheit zu schaffen, um mit Hilfe dieser Schaltung die Einlass- und Rückschlagventile des Modulators zu steuern, der seinerseits den Bremsdruck in den Bremszylindern des Fahrzeugrades steuert.

Die Erfindung sucht auch eine Steuereinheit für ein sich anpassendes Bremssystem zu schaffen, welche zwei Negativbeschleunigungssignale und ein Beschleunigungssignal dazu verwendet, um den Eingangssolenoid und den Rückstellsolenoid eines Bremsdruckmodulators zu steuern, der den Druck im Bremszylinder des Rades verändert und zwar derart, dass eine Modulationsfolge an einen niedrigen Reibungskoeffizienten angepasst ist, und eine andere Modulationsfolge an einen hohen Reibungskoeffizienten zwischen Rad und Fahrbahn angepasst ist.

Schliesslich ist es Gegenstand der Erfindung eine logische Computer-Anordnung in Form einer Steuereinheit für ein sich anpassendes Bremssystem zu schaffen, welches zwei Negativbeschleunigungspunkte und einen Beschleunigungspunkt und einen Integrationszyklus zum Steuern der Modulationseinrichtung verwendet, welche den Druck im Bremszylinder des Fahrzeugrades verändert.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nun folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Hinweis auf die Zeichnung. In dieser zeigen:

Fig. 1 eine grafische Darstellung des Radbremsdruckes während eines scharfen Bremsvorganges, bei dem ein nor-

males Fahrzeug ins Schleudern geraten würde, und die Negativbeschleunigung und Beschleunigung des Rades in Abhängigkeit von der Zeit, bei gleichem Zeitmaßstab;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines sich anpassenden Bremssystems;

Fig. 3 ein Blockschaltbild eines Teiles der elektronischen Steuereinheit nach Figur 2;

Fig. 4 ein Blockschaltbild einer anderen Ausführungsform des Zählers nach Figur 3; und

Fig. 5 ein Schaltplan einer logischen Schaltung des digitalen Abschnittes der elektronischen Steuereinheit nach Figur 2 und nach Figur 3.

In den Figuren sind für gleiche Elemente gleiche Bezugszeichen gewählt und Figur 1 veranschaulicht eine Bremsdruckänderung eines Rades und eine Beschleunigungs-Negativbeschleunigungs-Änderung eines Rades über der Zeit, wenn ein bevorstehendes Schleudern oder Schleuderzustand in einem sich anpassenden Bremssystem, wie dies beschrieben werden soll, abgetastet wurde. Figur 2 veranschaulicht ein sich anpassendes Bremssystem, bei dem der Druck gemäß Figur 1 geändert werden kann. Nach Betätigung des Bremspedales 10 ist das Steuerventil 12 offen. Hierdurch kann unter Druck befindliches Medium vom Sammelbehälter 14 zum Modulator 16 durch den Eingangssolenoid 18 strömen. Vom Modulator 16 strömt das unter Druck befindliche Medium zum Radzylinder 20 und nach loslassen von entweder dem Bremspedal 10 oder nach Freigabe des Modulators 16 infolge einer bevorstehenden Schleuderbedingung kehrt das unter Druck befindliche Medium zum Reservoir 22 durch den Rückführsolenoid 24 oder durch die Steuerventil-Umgehungsleitung 23 zurück.

Eine Pumpe 26 lädt den Sammelbehälter 14 vom Reservoir 22 her wieder auf. Die elektronische Steuereinheit 28 steuert den Eingangssolenoid 18 und den Rückkehr- oder Rückführsolenoid 24 derart, dass, wenn eine Schleuderbedingung droht, der Modulator 16 Bremsdruck vom Radzylinder 20 frei lässt. Die Eingangsgrösse zur elektronischen Steuereinheit 28 bestehen aus Signalen vom Radgeschwindigkeitsabtaster oder Abtastern, die die Umdrehungsgeschwindigkeit des Fahrzeugrades kennzeichnen. Die Stromversorgung für die elektronische Steuereinheit 28 besteht aus der normalen 12 Volt Gleichspannungsquelle, wie sie bei Automobilen gegeben ist. Diese Spannung muss jedoch für die meisten logischen Rechenschaltungen geregelt werden und zwar auch für die Schaltung für den vorliegenden Zweck.

Figur 3 zeigt nun einen Abschnitt der elektronischen Steuereinheit 28. Eine die Radgeschwindigkeit kennzeichnende Eingangsgrösse bewirkt das Entstehen von Spannungsimpulsen mit veränderlicher Frequenz und Grösse, die dann die Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades bzw. die einem Zähler 30 zugeführte Spannung kennzeichnen. Die Ausgangsgrösse aus dem Zähler 30 wird mit Hilfe eines Differenzierverstärkers 32 in einen Spannungswert konvertiert, der direkt zur Beschleunigung oder Negativbeschleunigung des Fahrzeugrades proportional ist. Die Ausgangsgrösse aus dem Differenzierverstärker 32 wird einem G_2 Bezugsvergleicher oder Vergleichsstufe 34, einer G_3 Bezugsvergleicherstufe 36, und einer G_1 Bezugsvergleicherstufe 38 zugeführt. Die G_1 und G_2 Bezugsvergleicherstufe 34 und 38 erzeugen zwei Spannungen, wobei die niedrigere vorhanden ist, wenn die Spannung der G_1 Bezugsvergleicherstufe von der Ausgangsgrösse des Differenzierverstärkers erreicht wurde und eine niedrigere Negativbeschleunigungsfolge des Fahrzeugrades wiedergibt. Die G_2 Bezugsvergleicherstufe 34 erzeugt ein Signal, welches ein hohes Spannungssignal aus dem Differenzier-ver-

stärker 32 kennzeichnet und ebenso eine grössere Negativbeschleunigungsfolge als bei der G_1 Bezugsvergleicherstufe 38 kennzeichnet. Die G_3 Bezugsvergleicherstufe 36 erzeugt ein Signal, welches eine Beschleunigungsspannung wiedergibt, wobei das Fahrzeugrad in einer gegebenen Folge beschleunigt. Während einer Bremsbetätigung, wenn die Ausgangsgrösse aus dem Differenzierverstärker 32 die G_1 Bezugsspannung erreicht, gibt die Vergleicherstufe 38 eine G_1 Ausgangsgrösse ab. Die G_1 Bezugsspannung gibt an, dass sich die Räder des Fahrzeuges einer Schlupf- oder Schlauderbedingung nähern.

Auch die G_1 Ausgangsgrösse der Bezugs-Vergleicherstufe 38 wird einem GVT-Computer 40 eingespeist, welcher die Ausgangsgrösse des Differenzierverstärkers 32 integriert, wenn er von der G_1 Ausgangsgrösse der G_1 Bezugsvergleicherstufe 38 getriggert wurde. Bei einer scharfen Bremsung bei einem hohen Reibungskoeffizienten wird das G_1 -Negativbeschleunigungssignal zuerst empfangen und nach einer kurzen Integrationszeit wird die G_1 VT Spannung empfangen. Nimmt man an, dass das Rad fort fährt in einer grösseren Folge, nachdem das G_1 Signal empfangen wurde, negativ zu beschleunigen, bis ein Spannungswert bzw. Ausgangsspannung des Differenzierverstärkers 32 erreicht ist, welcher dem G_2 Bezugspunkt entspricht, dann gibt die G_2 Bezugsvergleicherstufe 34 die G_2 Ausgangsgrösse an. Die Ausgangsgrösse aus der G_2 Bezugsvergleicherstufe bewirkt, dass der gesamte Druck in dem Radzylinder 20, wie noch beschrieben werden soll, freigegeben wird. Nach Freigabe des Bremsdruckes im Radzylinder 20, fängt das Rad an auf einen Punkt zu beschleunigen, bei dem die Ausgangsgrösse aus dem Differenzierverstärker 32 die G_3 Bezugsspannung überschreitet, so dass dann die G_3 Bezugsvergleicherstufe 36 eine G_3 Ausgangsgrösse abgibt. Diese Ausgangsgrössen G_1 , G_2 , G_3 und G_1 VT werden in den

digitalen Abschnitt der Steuereinheit 28 geleitet.

Bevor der digitale Abschnitt der Steuereinheit gemäss Figur 5 erläutert werden soll, ist eine allgemeine Erklärung der hier verwendeten Logik angebracht. Die zyklische Steuerlogik hat die Aufgabe den Bremsdruckzyklus als Funktion der Radgeschwindigkeit und Radbeschleunigung zu verändern. Es sind zwei Druckabbaufolgen und eine gesteuerte Druckaufbaufolge möglich. Weiter ist eine zweite Druckaufbaufolge möglich, die eine Funktion der Bremspedalkraft und des unkompenzierten Druckes zwischen dem Hauptzylinder und dem Bremszylinder ist. Es wären auch weitere Druckaufbau und Druckabbaufolgen bei Vergrösserung der Schaltung möglich. Die Bremsdrucksteuerung im Radzylinder 20 wird durch den Einlaß-solenoid 18 oder Rückführsolenoid 24 beeinflusst. Der Einlaßsolenoid 18, der ein normalerweise offenes Ventil ist, ist in der Versorgungsleitung gelegen, während ein zweites normalerweise geschlossenes Ventil, welches den Rückkehrsolenoid 24 darstellt, in der Rückführungsleitung angeordnet ist. Die Ventile 18 und 24 können erregt werden, um die eine oder andere Ventilstellung vorzusehen. Auch können die Ventile 18 und 24 impulsförmig ein- oder ausgestellt werden, um dazwischenliegende Druckfolgen zu ermöglichen.

Unter Hinweis auf Figur 1 soll eine Erklärung gegeben werden, durch die die Beziehung zwischen dem Verhalten des Rades und dem Bremsdruck bei der Forderung nach einer sich anpassenden Bremssteuerung hervorgehen wird. Zum Zeitpunkt T_0 wird das Bremspedal 10 niedergedrückt, so dass der Bremsdruck mit der Geschwindigkeit P_1 steil ansteigt. Die Geschwindigkeit P_1 ist eine Funktion von der Treibereingangsgrösse. Zum Zeitpunkt T_1 ist ein negativer Wert der Radbeschleunigung erreicht, durch welchen eine Integration eingeleitet wird, wobei die erhaltene

Ausgangsgrösse aus einem Geschwindigkeits-Zeitprodukt besteht und als G_1VT bezeichnet ist.

Wenn die G_1VT Bedingung erfüllt ist, wird der Bremsdruck in einer langsamen Folge P_1 abgebaut. Wenn die Radbeschleunigung noch mehr negativ wird (Bremsung oder Negativbeschleunigung) und den Wert von G_2 zum Zeitpunkt T_3 überschreitet, dann wird der Bremsdruck mit einer schnelleren Folge P_2 abgebaut. Diese schnelle Folge bleibt bestehen, bis die Negativbeschleunigung des Rades unter den Wert von G_2 zum Zeitpunkt T_4 fällt, woraufhin diese Folge dann wieder auf den Wert P_1 zurückkehrt. Die Druckänderungsfolge P_1 bleibt bestehen, bis die Radbeschleunigung unter G_1 fällt und in die positive Beschleunigungsrichtung übergeht. Zu diesem Zeitpunkt T_5 nimmt der Bremsdruck mit einer kleinen Folge P_3 zu. Wenn die Radbeschleunigung G_3 überschreitet, einem grossen positiven Beschleunigungswert, dann wird der Druck mit einer Folge P_4 schnell erhöht. Diese Folge P_4 ist eine Funktion des Druckdifferentials zwischen dem Bremsdruck des Radzylinders und dem stromaufwärts herrschenden Eingangsdruck. Diese Folge P_4 tritt auf, bis die Radbeschleunigung unter G_3 fällt, wie durch den Zeitintervall zwischen T_6 und T_7 angezeigt ist. Zum Zeitpunkt T_7 wird die Druckaufbaufolge auf die an früherer Stelle erwähnte niedrige Druckaufbaufolge P_3 reduziert und bleibt bestehen, bis G_1VT zum Zeitpunkt T_8 erreicht ist.

Wenn G_2 vor dem Zeit-intervall auftritt, der zum Erreichen von G_1VT erforderlich ist, wie durch die strichlierte Beschleunigungskurve gemäss Figur 1 veranschaulicht, was bei einem niedrigen Strassenreibungskoeffizienten der Fall sein könnte, dann wird der Druck unmittelbar in der schnellen Folge P_2 abgebaut. Die Druckfolge P_2 ist ebenfalls mit gestrichelten Linien für die Druckkurve dargestellt. Es lassen sich ver-

schiedene Druckfolgen erzielen, indem man entweder die Solenoid-Ventile 18 und 24 mit einer spezifischen Frequenz impulsförmig ansteuert und zwar in einem richtigen Zyklus, oder indem man die Solenoid-Ventile 18 und 24 erregt. Die folgende Tabelle I fasst die Beziehung zwischen den Radbezugspunkten G_1 , G_2 , G_3 und GVT und den Druckfolgen zusammen. Die Zustände der Solenoidventile 18 und 24 sind ebenso angegeben.

TABELLE I - STEUERZYKLUSLOGIK

Rad Charakteristik	Einlaß-Solenoid	Rückführ-Solenoid	Druckfolge
$\overline{G_1VT}$ oder $\overline{G_2}$	0	0	P_1 *
G_1VT bis G_2	1	p	P_1
G_2	1	1	P_2
$\overline{G_2}$ bis G_1	1	p	P_1
$\overline{G_1}$ bis G_3	p	0	P_3
G_3	0	0	P_4 **
$\overline{G_3}$ bis G_1VT oder G_2	p	0	P_3

(Wiederholzyklus)

Bemerkungen

- 0 Solenoidventil entregt
- p Solenoidventil pulsmoduliert
- 1 Solenoidventil erregt

* P_1 Funktion der anfänglichen Pedalniederdruckkraft

** P_4 Funktion des unkompensierten Druckdifferentials zwischen dem Radzylinder und der Druckquelle

Die Schaltung gemäss Figur 3 liefert die gewünschten G_1 , G_2 , G_3 Einstellpunkte und G_1^{VT} , plus der Winkelbeschleunigung A_w des Rades, welche das Ausgangssignal des Differenzierverstärkers 32 darstellt. Figur 5 zeigt ein funktionelles Blockschaltbild des digitalen Abschnittes der elektronischen Steuereinheit 28. Das Diagramm ist nach Maßgabe positiver logischer Symbole oder Symbolsprache aufgebaut. Die Eingangssignale - G_1 , G_2 , G_3 , G_1^{VT} und ein Bremsschalter BK SW zeigen eine Betätigung der Bremse an - nehmen einen logischen Einswert an, wenn ein positives Signal empfangen wurde. Es sei hervorgehoben, dass auch eine negative Logik verwendet werden kann und das schematische Schaltbild gemäss Figur 5 verbindet Funktionen und verwendet in einigen Fällen eine umgekehrte bzw. negative Logik, um die Zahl der Komponenten minimal zu halten und die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen.

Vor der Betätigung des Bremspedales 10, um also das Fahrzeug zu bremsen oder zum Anhalten zu bringen, sind alle Eingangsgrößen zum digitalen Abschnitt auf einem logischen Null-Wert. Beide Solenoidventile 18 und 24 sind entregt. Wenn auf das Bremspedal 10 eine ausreichende Kraft ausgeübt wird, dann wird eine sich anpassende Bremswirkung erforderlich und es spielt sich dann nacheinander das Folgende ab. (Es wird erneut auf die Beschreibung der Figur 1 und der Tabelle I hingewiesen.)

Ein Niederdrücken des Bremspedales 10 schliesst einen herkömmlichen Schalter, so dass dadurch eine Bremsschalter BK SW Eingangsgroße von eins vorgesehen wird. Der Bremsdruck wird über

das normalerweise offene Einlaßsolenoidventil 18 zugeführt und das Rad fängt dann an negativ zu beschleunigen. Wenn der Zeitpunkt G_1 erreicht ist, setzt die G_1 VT Integration ein. Die Integrationszeit verändert sich sowohl in Abhängigkeit von der anfänglichen G_1 Negativbeschleunigungsgeschwindigkeit, als auch mit der Grösse der Negativbeschleunigung des Rades. Wenn G_1 VT auftritt, befinden sich beide Eingangsgrößen zum UND-Gatter 42 (Figur 5) auf einem Wert, da BK SW eins ist und G_1 VT über das ODER-Gatter 44 zum anderen Eingang des UND Gatters 42 gelangt. Daher stellt die Ausgangsgrösse aus dem UND Gatter 42 den Flip-Flop 46 in den einen Zustand, wodurch der Ausgang Q einen logischen Einswert annimmt. Es sei angenommen, dass zu diesem Zeitpunkt die abgewandelte G_1 Ausgangsgrösse zur Verfügung steht. Dann weist das UND Gatter 48 zwei Eingangsgrößen mit einem logischen Einswert auf und es erscheint demzufolge eine Ausgangsgrösse mit einem logischen Einswert. Die Ausgangsgrösse aus dem UND Gatter 48 gelangt durch das ODER Gatter 50 und diese treibt den normalerweise offenen Eingangs-solenoid 18. In Abhängigkeit von der Bemessung der Schaltung und den Anforderungen des Einlass-solenoids 18 können verschiedene Leistungsverstärkungen zwischen dem ODER Gatter 50 und dem normalerweise offenen Solenoid 18 erforderlich sein. Ist der Eingangssolenoid 18 erregt, so wird das Einlassventil vom Steuerventil 12 geschlossen, so dass eine weitere Druckzunahme im Radzylinder 20 verhindert wird.

Wenn der Bremsvorgang auf einem niedrigen Reibungskoeffizienten eingeleitet wird und wenn das Bremsdrehmoment bei weitem das zulässige Fahrbahndrehmoment überschreitet, dann ergibt die G_1 VT Integration einen sehr hohen Druck am Rad und zwar in Einklang mit der Integrationszeit und demzufolge erfährt das Rad eine sehr steile Negativbeschleunigungsfolge. Um dieser Situation Herr zu werden wird ebenso der zweite Wert der

negativen Radbeschleunigung G_2 in das ODER Gatter 44 eingespeist und demzufolge auch in das UND Gatter 42. Da für diese Bedingungen G_2 schneller auftreten kann als G_1VT , wird der Druckaufbau im Radzylinder 20 früher beendet, um der starken Negativbeschleunigung des Fahrzeugrades entgegenzuwirken.

Wenn durch G_1VT oder durch G_2 der Flip-Flop 46 in den einen Zustand gebracht wird, so gelangt dadurch der Flip-Flop 52 durch die Q Ausgangsgrösse des Flip-Flops 46 ebenfalls in den einen Zustand. Die logische Einsausgangsgrösse des UND Gatters 42, die abgewandelte G_1 Ausgangsgrösse und eine Ausgangsgrösse aus dem Taktgeber 54 hat eine Ausgangsgrösse aus dem Gatter 56 zur Folge, welches somit im Rhythmus der Taktfrequenz impulsförmig getastet wird. Die Ausgangsgrösse aus dem UND Gatter 56 gelangt durch das ODER Gatter 58 und tastet den Rückführsolenoid 24 mit einer Frequenz an, die gleich der Taktfrequenz ist. Der pulsierende Betrieb des Rückführsolenoids 24, gekoppelt mit dem Schliessen des Einlass-solenoids 18 ergibt eine langsame Druckabbaufolge P_1 am Radzylinder 20. Wenn nun die negative Radbeschleunigung fortfährt zuzunehmen und wenn sie den Bezugswert G_2 überschreitet, dann wird der Rückführsolenoid durch die Bezugsgrösse G_2 fortwährend erregt, wobei diese Bezugsgrösse direkt durch das ODER Gatter 58 geleitet wird und dadurch eine schnelle Druckabbaufolge P_2 auftritt. Diese schnelle Abbaufolge wird aufrechterhalten, bis die negative Radbeschleunigung bis unterhalb dem G_2 Negativbeschleunigungswert abfällt, zu welchem Zeitpunkt die langsame Druckabbaufolge P_1 wieder hergestellt wird. Durch die Diskontinuität des G_2 Eingangssignals wird die Druckabbaufolge P_1 bei-behalten, bis die negative Radbeschleunigung unter den G_1 Festpunkt gelangt und sich dem positiven Beschleunigungszustand nähert. Zu diesem Zeitpunkt wird das Rückführsolenoid-

ventil 24 geschlossen, da sich beide Eingangsgrößen zum ODER Gatter 58 auf einem logischen Nullwert befinden. Beim Vorhandensein einer G_3 Beschleunigungseingangsgröße und bei einer Ausgangsgröße des Flip-Flops 52, der nicht zurückgestellt wurde, und bei einer Taktgebereingangsgröße leitet das UND-Gatter 60 über das ODER Gatter 50, so dass der Einlaßsolenoid oder das Solenoidventil 18 impulsförmig geschaltet wird und dadurch die langsame Druckaufbaufolge P_3 wieder hergestellt wird. Dies steht in Einklang mit der Tatsache, dass die Ausgangsgröße des UND Gatter 48 sich auf einem logischen Nullwert befindet, da die abgewandelte Eingangsgröße G_1 Null ist. Demnach besteht das einzige Signal, welches durch das ODER Gatter 50 gelangen kann aus demjenigen Signal, welches vom Ausgang des UND Gatters 60 abgeleitet wurde. Diese Eingangsgröße weist dieselbe Folgefrequenz und Dauer auf wie die Taktimpulse, die vom Taktgeber 54 in das UND Gatter 60 geleitet wurden. Die G_3 Eingangsgröße zum UND Gatter 60 wird invertiert, wie durch den Kreis in der Eingangsleitung. Daher wird eine \bar{G}_3 Eingangsgröße als positives Signal vom UND Gatter 60 empfangen, bis die G_3 Beschleunigungsfolge erzielt ist.

Wenn die Radbeschleunigung über den G_3 Bezugswert zunimmt, wird das UND Gatter 60 verhindert, der Einlaßsolenoid 18 wird entregt und eine schnelle Aufbaufolge P_4 wird aufgebaut. Auch diese Aufbaufolge ist nicht gesteuert, sondern ist eine Funktion des Differenzdruckes zwischen dem Hauptzylinder 12 und dem Radzylinder 20. Gleichzeitig fällt die Q Ausgangsgröße des Flip-Flops 46 auf Null ab und stellt die Logik für den nächsten Zyklus des Rades zurück. Wenn die Radbeschleunigung unter G_3 abfällt, wird das UND Gatter 60 in Bereitschaft gesetzt und der Einlaßsolenoid oder das Solenoidventil 18 wird durch den Taktgeber impulsförmig angesteuert und eine niedrige Druckaufbau-

folge P_3 wird wiederholt. Diese niedrige Aufbaufolge P_3 hat zur Folge, dass das Bremsmoment das Straßenmoment überschreitet und das Rad wird erneut negativ beschleunigt, wobei der Steuerzyklus erneut wiederholt wird. Wenn das Bremspedal losgelassen wird, nimmt BK SW einen logischen Wert von Null an, so dass dadurch der Flip-Flop 46 und der Flip-Flop 52 zurückgestellt werden, vorausgesetzt, dass diese nicht bereits zurückgestellt wurden, so dass im Endergebnis die anfänglichen Bedingungen wieder hergestellt werden. Es sei hervorgehoben, dass die Grösse BK SW durch einen Inverter 62 geschickt wird, der dann den Flip-Flop 52 zurückstellt und über ein ODER Gatter 64, welches ebenfalls die G_3 Eingangsgrösse empfangt, den Flip-Flop 64 zurückstellt. Es ist an dieser Stelle sehr wichtig, dass entweder G_1 VT oder G_2 die Einlass- und Auslass-solenoiden 18 und 24 aktivieren kann. Wenn jedoch G_2 vor der Integrationszeit von G_1 VT auftritt, dann erfolgt keine niedrige Druckabbaufolge P_1 und der Bremsdruck wird entsprechend der schnellen Druckabbaufolge P_2 abgebaut.

Durch die abgewandelte G_1 Ausgangsgrösse erhält man eine Möglichkeit bzw. durch die Veränderung des G_1 Festpunktes entweder einen niedrigen oder einen hohen Negativbeschleunigungswert des Rades vorzusehen. Im vorliegenden Fall schiebt die abgewandelte G_1 Ausgangsgrösse den G_1 Festpunkt in eine positive Richtung für eine Modulation nach dem ersten Zyklus, wenn das Fahrzeug auf einem niedrigen Reibungskoeffizienten fährt. Daher liegt der Negativbeschleunigungsfestpunkt des Rades für G_1 sehr viel niedriger nach dem ersten Zyklus. Dies schafft die Möglichkeit, dass die Druckabbaufolge entsprechend dem zweiten P_1 für eine längere Zeitdauer vorhanden ist, so dass durch die Modulationsempfindlichkeit oder Ansprechbarkeit in Verbindung mit einer Fläche mit niedrigem Reibungskoeffizienten

erhöht wird. Es ist möglich den Betrieb für eine Fläche mit niedrigem Reibungskoeffizienten einzustellen und den G_1 Festpunkt in negativer Richtung zu verschieben; oder mit anderen Worten, fährt das Fahrzeug auf einer Fläche mit niedrigem Reibungskoeffizienten, so wird bei auf den anfänglichen Zyklus nachfolgenden Zyklen der Negativbeschleunigungsgrad des Rades, der erforderlich ist, um den G_1 Festpunkt zu erzielen, erhöht. Dies kann mit Hilfe einer Sperrschaltung erreicht werden, wobei die G_1 VT Eingangsgrösse zum UND Gatter 66 gelangt, welches den Flip-Flop 68 zurückstellt, wenn der Flip-Flop 70 sich im zurückgestellten Zustand befindet und zwar bei einer \bar{Q} Ausgangsgrösse. Das die \bar{Q} Ausgangsgrösse des Flip-Flops 68 zum UND Gatter 72 gelangt, wobei G_2 der Bezugspunkt ist, kann der Flip-Flop 70 niemals in den einen Zustand verbracht werden, während sich der Flip-Flop 68 in dem einen Zustand befindet. Gleichfalls ist die Ausgangsgrösse des Flip-Flops 70 zum UND Gatters 66 zurückgeführt, welches niemals erlaubt, dass der Flip-Flop 68 zum gleichen Zeitpunkt in den einen Zustand gebracht wird, während welchem der Flip-Flop 70 sich in dem einen Zustand befindet. Wenn G_2 vor G_1 VT auftritt, was zur Annahme führt, dass es sich um eine Fläche mit niedrigem Reibungskoeffizienten handelt, so wird der Flip-Flop 70 in den einen Zustand gebracht, so dass er eine Q Ausgangsgrösse abgibt, die durch G_1' dargestellt ist. Dann wird G_1' in eine Vergleichsstufe 74 geleitet und verändert den Bezugspunkt der Vergleichsschaltung. Wenn somit eine Ausgangsgrösse aus dem Differenzierverstärker 32, die durch A_w dargestellt ist, in die Vergleichsstufe 74 gelangt und zwar zusammen mit dem Negativbeschleunigungs-Bezugssignal G_1 , so entsteht eine Ausgangsgrösse, die als abgewandelte G_1 Ausgangsgrösse bezeichnet wurde. Wenn G_1 VT vor G_2 auftritt, dann kann der Flip-Flop 70 niemals in den einen Zustand gebracht werden und es kann niemals eine G_1' Ausgangsgrösse erhalten werden. Die Ausgangs-

grösse der Vergleichsstufe 74 ist somit die gleiche wie die G_1 Eingangsgrösse. Wenn eine G_1 Ausgangsgrösse auf dem Flip-Flop 70 erhalten wird, so wird dadurch die abgewandelte G_1 Ausgangsgrösse auf einen niedrigeren Wert der negativen Radbeschleunigung nach dem ersten Zyklus gebracht. Es sei hervorgehoben, dass die zuvor beschriebene Sperrschaltung durch die \bar{Q} Ausgangsgrösse des Flip-Flops 46 zurückgestellt wurde. Die Sperrschaltung wiederholt demnach ihren Zyklus mit jedem vervollständigten Druckmodulationszyklus.

Bei einem System mit mehreren Steuerkanälen kann ein gemeinsamer Taktgeber wie beispielsweise der Taktgeber 54 verwendet werden, um die Stückzahl der verwendeten Elemente und die Herstellungskosten bei grosser Zuverlässigkeit minimal zu halten. Figur 4 zeigt einen Zähler 76 und ebenso einen Zähler 78. Beide Zähler empfangen Eingangssignale von getrennten Radgeschwindigkeitsabtastern, die die Umdrehungsgeschwindigkeit von zwei einzelnen Rädern wiedergeben, wobei beide Räder von einem einzigen Druckmodulator gesteuert werden. Ein Beispiel hierfür sind die Heckräder eines Automobils, welches durch einen einzigen Modulator oder Modulationseinheit gesteuert wird. Die Ausgangsgrössen auf den Zählern gelangen in eine Signalverarbeitungsstufe 80, welche entweder ein "Hochauswahl" oder "Niedrigauswahl"-System enthält. Ein "Hochauswahl"-System sieht ein verarbeitetes Geschwindigkeitsausgangssignal vor, welches die Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades mit der höheren Umdrehungszahl kennzeichnet. Ein "Niedrigauswahl"-System sieht ein verarbeitetes Geschwindigkeitsausgangssignal vor, welches die niedrigere Umdrehungsgeschwindigkeit von den zwei zuvor erwähnten Radgeschwindigkeiten kennzeichnet. Der Zähler 30 in Figur 3 kann durch die Schaltung gemäss Figur 4 ersetzt werden, um ein verarbeitetes Geschwin-

digkeitsausgangssignal direkt in den Differenzierverstärker 32 einzuspeisen. Die Radgeschwindigkeitsabtaster, die eine Eingangsgrösse für den Zähler 30 vorsehen können, können aus herkömmlichen magnetischen Abtastvorrichtungen oder aus kleinen Dopplerradareinheiten bestehen, die nunmehr mehr und mehr auf dem Markt erhältlich sind. Ein Dopplerradar-Radgeschwindigkeitsabtaster arbeitet auf der Grundlage einer Frequenzveränderung zwischen dem gesendeten Signal und dem empfangenen Signal, um einen Impuls als Ausgangsgrösse vorzusehen, welcher die Frequenzveränderung kennzeichnet. Die Frequenzveränderung ist direkt proportional zur Umdrehungszahl des Rades.

Die vorliegende Erfindung schafft somit ein sich anpassendes Bremssystem für ein Fahrzeug mit Rädern, um den Bremsdruck zu steuern. Auf einem die Winkelgeschwindigkeit der Räder kennzeichnenden Signal, erzeugt eine Steuereinheit ein Signal, welches die Beschleunigung oder Negativbeschleunigung des Rades wiedergibt. Wenn die Negativbeschleunigung bestimmte Werte überschreitet, oder die Beschleunigung einen gegebenen Wert überschreitet, dann verändert die Steuerlogik den Bremsdruck derart, dass unterschiedliche Druckaufbaufolgen und Druckabbaufolgen des dem Radzylinder zugeführten Bremsdruckes vorgeesehen werden.

Sämtliche in der Beschreibung erkennbaren und in der Zeichnung dargestellten Einzelheiten sind für die Erfindung von Bedeutung.

BAD ORIGINAL

Patentansprüche

1. Sich anpassendes Bremssystem für Fahrzeuge mit Rädern, mit einer Steuereinheit und einem Modulator zum Steuern des an einen Bremsbetätigungsmechanismus abgegebenen Bremsdruckes entsprechend einem gesteuerten Rad des Fahrzeuges, wobei die Steuereinheit eine Einrichtung zum Erzeugen eines zur Umdrehungsgeschwindigkeit des gesteuerten Rades proportionalen Signales enthält und eine Einrichtung vorgesehen ist, um zwischen einer ersten und einer zweiten Negativbeschleunigungsfolge in Abhängigkeit von dem Geschwindigkeitssignal auszuwählen und um eine Beschleunigungsfolge entsprechend dem Geschwindigkeitssignal auszuwählen, [dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zum Erzeugen einer ersten und einer zweiten Ausgangssteuergroße vorgesehen ist, wobei die erste Ausgangssteuergroße erzeugt wird, wenn die zweite Negativbeschleunigungsfolge innerhalb eines gegebenen Zeitabschnittes oder Zeitperiode, nachdem die erste Negativbeschleunigungsfolge erreicht ist, nicht auftritt, und die zweite Steuerausgangsgroße erzeugt wird, wenn die zweite Negativbeschleunigungsfolge während der gegebenen Zeitperiode auftritt, und dass weiter eine Einrichtung zum Vermindern der Beschleunigung des gesteuerten Rades mit Hilfe einer dritten Steuerausgangsgroße, die erzeugt wird, wenn die ausgewählte Beschleunigungsfolge überschritten wird, vorgesehen ist.

2. Bremssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswähleinrichtung einen Integrator und eine Vergleicherschaltung zum Auswählen zwischen der ersten und der zweiten Negativbeschleunigungsfolge aufweist, wenn das Geschwindigkeitssignal mit einer gegebenen niedrigeren und höheren Folge jeweils abnimmt, um die Beschleunigungsfolge auszuwählen,

wenn das Geschwindigkeitssignal in einer gegebenen Folge zunimmt.

3. Bremssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zum Erzeugen der ersten und der zweiten Steuerausgangsgrösse aus einer Steuerlogik zum Erzeugen der ersten und der zweiten Steuerausgangsgrösse besteht, und dass die erste Steuerausgangsgrösse ein impulsförmiges Signal ist und die zweite Ausgangssteuergösse aus einem gleichmässigen Spannungssignal besteht.

4. Bremssystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerlogik ebenso eine dritte Steuerausgangsgrösse in Form eines gleichmässigen Spannungssignals erzeugt, wenn die Beschleunigungsfolge überschritten wird.

5. Sich anpassendes Bremssystem für Fahrzeuge mit Rädern, mit einer Steuereinheit und einem Modulator zum Modulieren des hydraulischen Bremsdruckes des Bremssystems, wobei der Modulator mit einem Eingangs- und einem Ausgangsventil zum Steuern des an einen Bremsbetätigungsmechanismus des gesteuerten Rades abgegebenen Druckes ausgestattet ist und die Steuereinheit einen Abtaster enthält, um ein die Umdrehungszahl des gesteuerten Rades kennzeichnendes Signal zu erzeugen, weiter ein Bremsschalter zum Aktivieren der Steuereinheit vorgesehen ist, wenn das Bremspedal des Fahrzeugs niedergedrückt wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine Sperrschaltung und eine Vergleicherschaltung zum Bestimmen der Bremsdruckabbaufolge, die auf den Bremsbetätigungsmechanismus einwirkt, vorgesehen ist, wenn eine Schlupfbedingung oder Schleuderbedingung des gesteuerten Rades aufgrund von Änderungen in der Umdrehungszahl des Rades droht; dass weiter eine erste Gatter- und Schaltereinrichtung zum zeitweiligen Betreiben des Eingangsventils in einem

von drei möglichen Betriebszuständen während der Schlupfbedingung oder Schleuderbedingung vorgesehen sind, wobei die Betriebszustände des Eingangsventils offen, geschlossen oder impuls-mässig angesteuert sind; dass eine zweite Gatter- und Schaltereinrichtung zum zeitweiligen Betreiben des Ausgangsventils in einem von drei möglichen Betriebszuständen während der Schlupfbedingung vorgesehen sind, wobei die Betriebszustände des Ausgangsventils aus. offen, geschlossen oder impuls-mässig betrieben bestehen; dass weiter die Steuereinheit bei richtigem Betrieb oder betriebsweise des Eingangs- und Ausgangsventiles zwei Druckaufbaufolgen und zwei Druckabbau-folgen für den Bremsbetätigungsmechanismus vorsehen kann, um eine weiche oder glatte Druckänderungskurve entsprechend einer Fläche mit hohem Reibungskoeffizienten, und eine ähnliche Kurve, entsprechend einer Fläche mit niedrigem Reibungskoeffizienten, jedoch mit einer steilen oder scharfen Druckabbau-folge vorzusehen.

Fig. 1

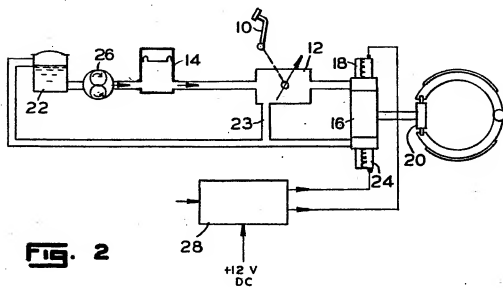
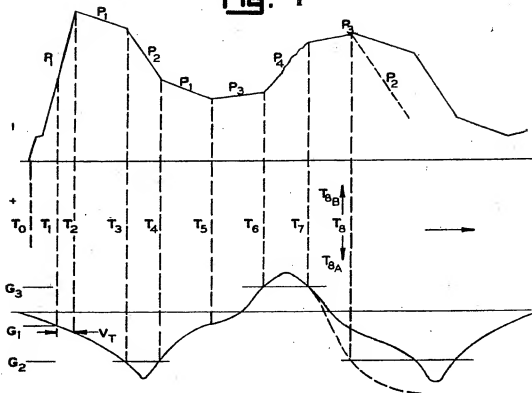
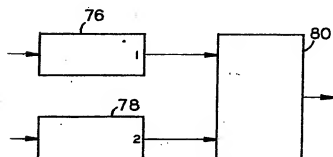
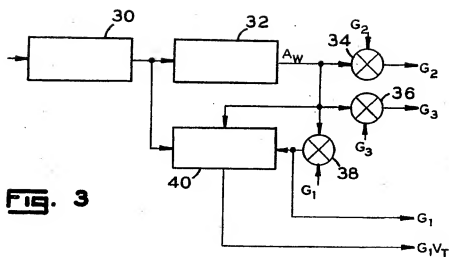


FIG. 2



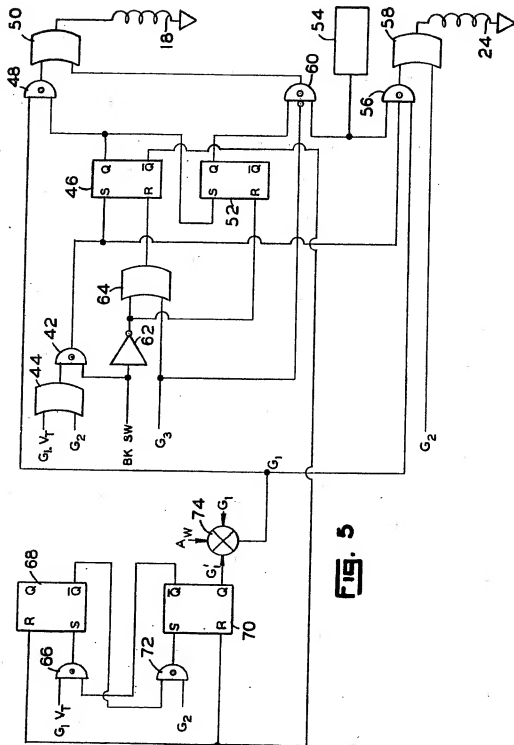


FIG. 5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO